

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2002-124415

(P2002-124415A)

(43)公開日 平成14年4月26日(2002.4.26)

(51)Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テマコード <sup>*</sup> (参考)
H 0 1 F	17/00	H 0 1 F 17/00	D 5 E 0 6 2
	27/00	41/04	C 5 E 0 7 0
	41/04	H 0 5 K 3/00	N 5 E 3 4 3
H 0 5 K	3/00	3/18	E 5 E 3 4 6
	3/18		H

審査請求 未請求 請求項の数21 O L (全 10 頁) 最終頁に続く

(21)出願番号 特願2000-316322(P2000-316322)

(22)出願日 平成12年10月17日(2000.10.17)

(71)出願人 000003067

ティーディーケイ株式会社

東京都中央区日本橋1丁目13番1号

(72)発明者 梶野 隆

東京都中央区日本橋一丁目13番1号ティー  
ディーケイ株式会社内

(72)発明者 高谷 稔

東京都中央区日本橋一丁目13番1号ティー  
ディーケイ株式会社内

(74)代理人 100079290

弁理士 村井 隆

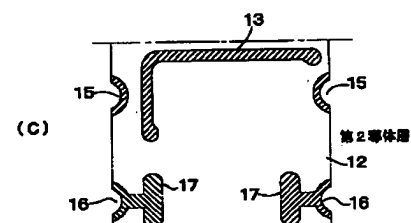
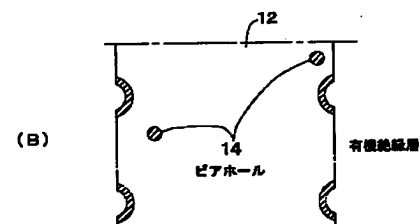
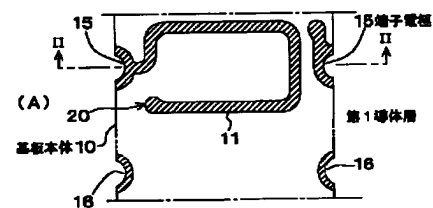
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 高周波用基板及びその製造方法

(57)【要約】

【課題】 高密度部品実装に適し、かつ低損失化を図ることのできる高周波用基板及びその製造方法を提供する。

【解決手段】 有機絶縁基板本体10上に第1導体層11を形成し、その上に層間絶縁層としての有機絶縁層12を積層形成し、その上に第2導体層13を形成し、第1導体層11と第2導体層13とは有機絶縁層12のビアホール14を介して相互に接続されるようにし、全体として基板両側縁の端子電極15同士を接続するヘリカルパターン17のコイル導体20を構成する。このようにして、ヘリカルコイルを基板本体10上に形成し、換言すれば高周波用基板内に形成するようにする。



(2)

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 比誘電率が5以下の有機基板本体の少なくとも片面に、膜厚が $15\mu\text{m}$ 以上でアスペクト比が0.3以上の導体パターンを有する導体層を形成したことを特徴とする高周波用基板。

【請求項2】 比誘電率が5以下の有機基板本体の少なくとも片面に、膜厚が $15\mu\text{m}$ 以上でアスペクト比が0.3以上の導体パターンを有する導体層を形成してなる構造体を接着層を介し複数層積層したことを特徴とする高周波用基板。

【請求項3】 前記接着層がブリブレイグであり、該ブリブレイグの母材の比誘電率が5以下、Qが100以上である請求項2記載の高周波用基板。

【請求項4】 比誘電率が5以下の有機基板本体の少なくとも片面に、膜厚が $15\mu\text{m}$ 以上でアスペクト比が0.4以上の導体パターンを有する導体層を形成し、さらにその上に比誘電率5以下の有機絶縁層を介して膜厚が $15\mu\text{m}$ 以上でアスペクト比が0.4以上の導体パターンを有する導体層を一層又は複数層積層したことを特徴とする高周波用基板。

【請求項5】 前記有機絶縁層のQが100以上である請求項4記載の高周波用基板。

【請求項6】 前記有機絶縁層の材質がビニルベンジルである請求項4又は5記載の高周波用基板。

【請求項7】 前記有機基板本体のQが100以上である請求項1、2、3、4、5又は6記載の高周波用基板。

【請求項8】 前記有機基板本体の材質がビニルベンジルである請求項1、2、3、4、5、6又は7記載の高周波用基板。

【請求項9】 前記基板本体上に前記導体層によりヘリカルコイルを少なくとも1つ形成してある請求項1、2、3、4、5、6、7又は8記載の高周波用基板。

【請求項10】 比誘電率が5以下の有機基板本体の少なくとも片面に、膜厚が $15\mu\text{m}$ 以上でアスペクト比が0.3以上の導体パターンを有する導体層を形成する高周波用基板の製造方法であって、前記導体層を作製する工程が、(1)  $5\mu\text{m}$ 以下のめっき用下地導体層を少なくとも前記有機基板本体の片面の全てに形成する下地形成工程と、(2) 感光性レジストを前記下地導体層の上に設けるレジスト形成工程と、(3) フォトリソグラフィ法により前記レジストの導体パターン部分を除去するパターニング工程と、(4) 電解めっきにより、前記レジストの除去された導体パターン部分に主導体層を形成する電解めっき工程と、(5) 前記感光性レジストを除去するレジスト除去工程と、(6) エッチングにより前記下地導体層の不要部分を除去する下地除去工程とを有することを特徴とする高周波用基板の製造方法。

【請求項11】 前記めっき用下地導体層の少なくとも第1層を無電解めっきで形成する請求項10記載の高周

波用基板の製造方法。

【請求項12】 前記無電解めっきが銅めっきである請求項11記載の高周波用基板の製造方法。

【請求項13】 前記感光性レジストがドライフィルムである請求項10、11又は12記載の高周波用基板の製造方法。

【請求項14】 前記感光性レジストの露光を平行露光機で行う請求項10、11、12又は13記載の高周波用基板の製造方法。

10 【請求項15】 前記電解めっきが光沢めっきである請求項10、11、12、13又は14記載の高周波用基板の製造方法。

【請求項16】 前記電解めっきが銅めっきである請求項10、11、12、13、14又は15記載の高周波用基板の製造方法。

【請求項17】 前記エッチングがウエットエッチングである請求項10、11、12、13、14、15又は16記載の高周波用基板の製造方法。

20 【請求項18】 前記下地導体層と前記主導体層の金属種を選択エッチング可能な組み合わせにして、前記下地除去工程で下地導体層のみをエッチングするエッチング液で処理する請求項10、11、12、13、14、15、16又は17記載の高周波用基板の製造方法。

【請求項19】 前記電解めっきで形成した主導体層表面の凹凸が $5\mu\text{m}$ 以内である請求項10、11、12、13、14、15、16、17又は18記載の高周波用基板の製造方法。

30 【請求項20】 前記導体層の上に有機絶縁層を介して導体層を積層する場合に、前記有機絶縁層にレーザー加工でビアホールを形成する請求項10、11、12、13、14、15、16、17、18又は19記載の高周波用基板の製造方法。

【請求項21】 前記導体層の上に有機絶縁層を介して導体層を積層する場合に、前記有機絶縁層として感光性のものを用いてフォトリソグラフィ法でビアホールを形成する請求項10、11、12、13、14、15、16、17、18又は19記載の高周波用基板の製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

40 【発明の属する技術分野】本発明は高周波用基板及びその製造方法に係り、特にモジュール部品等の高周波用高密度基板に適用して好適な結果（低損失）が得られる高周波用基板及びその製造方法に関する。

【0002】

50 【従来の技術】従来、高周波用基板は、フッ素樹脂（商品名：テフロン）等の高Q、低誘電率材を絶縁層として用い、これに $12\mu\text{m}$ あるいはそれ以下の薄い銅箔を貼り、これをフォトエッチング法等で所定パターンに加工して作成していた（例えば、特許第3012590号公

(3)

3

報)。薄い銅箔を用いるのは下記の二つの理由による。

【0003】① 高周波では表皮効果により表面しか電流が流れず、例えば、銅の場合、1GHzの周波数では表皮（スキンドプス）の厚さが2μmであり、このとき200μm幅のパターンで銅箔の厚さが12μmの場合と36μmの場合では電流路の断面積には殆ど差がない。従って高周波での導体損失に殆ど差は出ない。

【0004】② フォトエッチング法で導体パターンを形成する場合は銅箔の厚さが薄いほうがパターンニングの精度を上げられる。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】しかし、上記従来構成では低周波時に比較して導体損失が大きく効率が悪い。高Q材料を使用してこれを補おうと思っても、下式1のように全体のエネルギー損失は導体損失と誘電体損失の和で表現されるので、

$$W_{tot} = W_c + W_d \quad \dots (式1)$$

（但し、 $W_{tot}$ ：全体のエネルギー損失、 $W_c$ ：導体損失、 $W_d$ ：誘電体損失）

はじめから導体損失が支配的な場合は、誘電体損失のみを減じても全体のエネルギー損失は殆ど変わらない。また、導体損失を減らす為に導体の幅を増やすと、基板全体の床面積は大幅に大きくなるが、高密度化のためには導体幅を増やすことは困難で何らかの工夫が必要となる。

【0006】本発明は、上記の点に鑑み、高密度部品実装に適し、かつ低損失化を図ることのできる高周波用基板及びその製造方法を提供することを目的とする。

【0007】本発明のその他の目的や新規な特徴は後述の実施の形態において明らかにする。

【0008】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、本願請求項1の発明に係る高周波用基板は、比誘電率が5以下の有機基板本体の少なくとも片面に、膜厚が15μm以上でアスペクト比が0.3以上の導体パターンを有する導体層を形成したことを特徴としている。

【0009】本願請求項2の発明に係る高周波用基板は、比誘電率が5以下の有機基板本体の少なくとも片面に、膜厚が15μm以上でアスペクト比が0.3以上の導体パターンを有する導体層を形成してなる構造体を接着層を介し複数層積層したことを特徴としている。

【0010】本願請求項3の発明に係る高周波用基板は、請求項2において、前記接着層がブリブレイグであり、該ブリブレイグの母材の比誘電率が5以下、Qが100以上であることを特徴としている。

【0011】本願請求項4の発明に係る高周波用基板は、比誘電率が5以下の有機基板本体の少なくとも片面に、膜厚が15μm以上でアスペクト比が0.4以上の導体パターンを有する導体層を形成し、さらにその上に比誘電率5以下の有機絶縁層を介して膜厚が15μm以

4

上でアスペクト比が0.4以上の導体パターンを有する導体層を一層又は複数層積層したことを特徴としている。

【0012】本願請求項5の発明に係る高周波用基板は、請求項4において、前記有機絶縁層のQが100以上であることを特徴としている。

【0013】本願請求項6の発明に係る高周波用基板は、請求項4又は5において、前記有機絶縁層の材質がビニルベンジルであることを特徴としている。

10 【0014】本願請求項7の発明に係る高周波用基板は、請求項1、2、3、4、5又は6において、前記有機基板本体のQが100以上であることを特徴としている。

【0015】本願請求項8の発明に係る高周波用基板は、請求項1、2、3、4、5、6又は7において、前記有機基板本体の材質がビニルベンジルであることを特徴としている。

20 【0016】本願請求項9の発明に係る高周波用基板は、請求項1、2、3、4、5、6、7又は8において、前記基板本体上に前記導体層によりヘリカルコイルを少なくとも1つ形成してあることを特徴としている。

【0017】本願請求項10の発明は、比誘電率が5以下の有機基板本体の少なくとも片面に、膜厚が15μm以上でアスペクト比が0.3以上の導体パターンを有する導体層を形成する高周波用基板の製造方法であって、前記導体層を作製する工程が、(1) 5μm以下のめっき用下地導体層を少なくとも前記絶縁性基板の片面の全てに形成する下地形成工程と、(2) 感光性レジストを前記下地導体層の上に設けるレジスト形成工程と、(3)

30 フォトリソグラフィ法により前記レジストの導体パターン部分を除去するパターンニング工程と、(4) 電解めっきにより、前記レジストの除去された導体パターン部分に主導体層を形成する電解めっき工程と、(5) 前記感光性レジストを除去するレジスト除去工程と、(6) エッチングにより前記下地導体層の不要部分を除去する下地除去工程とを有することを特徴としている。

【0018】本願請求項11の発明に係る高周波用基板の製造方法は、請求項10において、前記めっき用下地導体層の少なくとも第1層を無電解めっきで形成することを特徴としている。

【0019】本願請求項12の発明に係る高周波用基板の製造方法は、請求項11において、前記無電解めっきが銅めっきであることを特徴としている。

【0020】本願請求項13の発明に係る高周波用基板の製造方法は、請求項10、11又は12において、前記感光性レジストがドライフィルムであることを特徴としている。

50 【0021】本願請求項14の発明に係る高周波用基板の製造方法は、請求項10、11、12又は13において、前記感光性レジストの露光を平行露光機で行うこと

(4)

5

を特徴としている。

【0022】本願請求項15の発明に係る高周波用基板の製造方法は、請求項10、11、12、13又は14において、前記電解めっきが光沢めっきであることを特徴としている。

【0023】本願請求項16の発明に係る高周波用基板の製造方法は、請求項10、11、12、13、14又は15において、前記電解めっきが銅めっきであることを特徴としている。

【0024】本願請求項17の発明に係る高周波用基板の製造方法は、請求項10、11、12、13、14、15又は16において、前記エッチングがウエットエッチングであることを特徴としている。

【0025】本願請求項18の発明に係る高周波用基板の製造方法は、請求項10、11、12、13、14、15、16又は17において、前記下地導体層と前記主導体層の金属種を選択エッチング可能な組み合わせにして、前記下地除去工程で下地導体層のみをエッチングするエッチング液で処理することを特徴としている。

【0026】本願請求項19の発明に係る高周波用基板の製造方法は、請求項10、11、12、13、14、15、16、17又は18において、前記電解めっきで形成した主導体層表面の凹凸が5 $\mu$ m以内であることを特徴としている。

【0027】本願請求項20の発明に係る高周波用基板の製造方法は、請求項10、11、12、13、14、15、16、17、18又は19において、前記導体層の上に有機絶縁層を介して導体層を積層する場合に、前記有機絶縁層にレーザー加工でビアホールを形成することを特徴としている。

【0028】本願請求項21の発明に係る高周波用基板の製造方法は、請求項10、11、12、13、14、15、16、17、18又は19において、前記導体層の上に有機絶縁層を介して導体層を積層する場合に、前記有機絶縁層として感光性のものを用いてフォトリソグラフィ法でビアホールを形成することを特徴としている。

【0029】

【発明の実施の形態】以下、本発明に係る高周波用基板の製造方法の実施の形態を図面に従って説明する。

【0030】図1乃至図3で本発明の第1の実施の形態を説明する。図1(A)は有機絶縁基板本体10上に形成された第1導体層11を、同図(B)はその上に積層形成された層間絶縁層としての有機絶縁層12を、同図(C)はその上に形成された第2導体層13を示し、また図2は図1のII-II断面図を示すものであり、第1導体層11と第2導体層13とは有機絶縁層12のビアホール14を介して相互に接続され、全体として基板両側縁の端子電極15同士を接続するヘリカルパターンのコイル導体20を構成している。つまり、このように作製

6

された高周波用基板はヘリカルコイルを基板本体10上に形成した(換言すれば高周波用基板内に形成した)ものとなっている。

【0031】また、図1中仮想線で示すように、他の端子電極16や他のチップコンデンサ、チップ抵抗等のチップ部品を装着するための導体ランド17を有機絶縁層12上に第2導体層13で同時に形成することができる。さらに、図示は省略したが、第1、第2導体層にて所要の配線パターンも同時に形成してもよい。

【0032】前記有機絶縁基板本体10及び有機絶縁層12の比誘電率は5以下で、より好ましくは3以下であり、前記第1及び第2の導体層11、13は膜厚15 $\mu$ m以上でアスペクト比が0.3以上、より好ましくは0.4以上となっている。比誘電率を下げることで、導体層を設けた際の浮遊容量の発生を少なくすることができる。比誘電率が5を超える場合、浮遊容量の発生が顕著になる。また、アスペクト比を上げることにより、導体層の渦電流損失を増やすことなく高周波での電流路の断面積を増加することができる。膜厚15 $\mu$ m未満でアスペクト比が0.3未満では、電流路の断面積の増加はわずかにとどまる。

【0033】第1及び第2導体層11、13の作製は、パターンめっき法によって行っている。このパターンめっき法の場合を以下に説明する。

【0034】図3の第1工程(下地形成工程)において、有機絶縁基板本体10の表面を粗化した後、片面の全てに厚さ5 $\mu$ m以下のめっき用下地導体層21を形成する。なお、下地導体層21が5 $\mu$ mを超えると後工程で不要な下地導体層21を除去するエッチングに時間がかかり、かつ下地導体層21上に設ける主導体層もエッチングされるおそれが出てくるため、好ましくない。

【0035】前記下地導体層21の形成方法は、スパッタリング、蒸着、イオンプレーティング等の薄膜工法、無電解めっき又は無電解めっきした上に電解めっきを施す等のウエット工法及びこれらの組み合わせとする。組み合わせの一例を挙げると、0.1 $\mu$ mのTi膜をスパッタリング法で形成した後で、電解銅めっきで2 $\mu$ m厚付けする等の方法である。この中でも無電解めっきもしくはこの上に電解めっきで厚付けする方法は量産性が良く、またスケールアップも容易なので好ましい。

【0036】金属の種類は比抵抗が低くて、安価なものが好ましい。銅は比抵抗とコストのバランスのとれた好ましい材料である。また、無電解銅めっきで容易に、量産性良く成膜出来る。

【0037】次に第2工程(レジスト形成工程)において、下地導体層21の上に感光性レジストとしての光硬化性ドライフィルム22をラミネーターで貼り付ける。ここで、ドライフィルム22の厚みは後工程で形成する主導体層の厚さの80%以上とすることが好ましく、例えばドライフィルム22の厚みは80 $\mu$ mとする。

(5)

7

【0038】第3工程（パターニング工程）では、ドライフィルム22に対してフォトリソグラフィーの手法を用いて平行露光機で露光、現像し、図1（A）の第1導体層のパターンを作製する。ここで図中の斜線の部分がドライフィルム22を除去した溝部23となる。導体パターンの幅は85 $\mu$ mである。なお、平行露光機とするのは、これが平行光線をドライフィルム22に垂直に照射でき、散乱光による場合に比べ細幅で側面が垂直に近い溝をパターニングできるからである。

【0039】第4工程（電解めっき工程）では、ドライフィルム22の溝部23に電解めっきとしての光沢硫酸銅めっきで厚さ80 $\mu$ mの主導体層24を形成する。ここで光沢めっきとするのは、導体層24表面を鏡面状にして凹凸を少なくするためである。なお、導体層24は溝部23の深さよりも肉厚が多少大きくなるようにめっき処理してもよい。

【0040】第5工程（レジスト除去工程）ではドライフィルム22を剥離、除去し、下地導体層21を露出させる。

【0041】第6工程（下地除去工程）では、全体をウェットエッチングでエッチング処理して下地導体層21の不要部分を除去する。

【0042】以上の第1乃至第6工程により、図1（A）のように有機絶縁基板本体10上に第1導体層11が形成されることになる。以上の工法により第1導体層11のアスペクト比を0.3以上（さらに好ましくは0.4以上）にすることができる。

【0043】第7工程（層間絶縁層形成工程）では感光性絶縁樹脂を第1導体層11上で25 $\mu$ mの厚さに塗布して層間絶縁層としての有機絶縁層12とする。

【0044】第8工程（ビアホール形成工程）では、有機絶縁層12に対してフォトリソグラフィー法で露光、現像処理して図1（B）の斜線の位置にビアホール14を作製する。ビアホールの直径は100 $\mu$ mである。

【0045】その後は、第1乃至第6工程と同様の工程を繰り返す。つまり、第9工程（下地形成工程）では、有機絶縁層12の表面を粗化した後に5 $\mu$ m以下のめっき用下地導体層31を銅の無電解めっき等で形成する。なお、下地導体層31が5 $\mu$ mを超えると後工程で不要な下地導体層31を除去するエッチングに時間がかかり、かつ下地導体層31上に設ける主導体層もエッチングされるおそれが出てくるため、好ましくない。

【0046】次に第10工程（レジスト形成工程）において、下地導体層31の上に感光性レジストとしての光硬化性ドライフィルム32をラミネーターで貼り付ける。ここで、ドライフィルム32の厚みは後工程で形成する主導体層の厚さの80%以上とすることが好ましく、例えばドライフィルム32の厚みは100 $\mu$ mとす\*

表1

8

\*る。

【0047】第11工程（パターニング工程）では、ドライフィルム32に対してフォトリソグラフィーの手法を用いて平行露光機で露光、現像し、図1（C）の導体パターンを作製する。ここで図中の斜線の部分がドライフィルム32を除去した溝部33となる。導体パターンの幅は85 $\mu$ mである。

【0048】第12工程（電解めっき工程）では、ドライフィルム32の溝部33に電解めっきとしての光沢硫酸銅めっきで厚さ100 $\mu$ mの主導体層34を形成する。ここで光沢めっきとするのは、主導体層34表面を鏡面状にして凹凸を少なくするためである。なお、主導体層34は溝部33の深さよりも肉厚が多少大きくなるようにめっき処理してもよい。

【0049】第13工程（レジスト除去工程）ではドライフィルム32を剥離、除去し、下地導体層31を露出させる。

【0050】第14工程（下地除去工程）では、全体をウェットエッチングでエッチング処理して下地導体層31の不要部分を除去する。

【0051】以上の第9乃至第14工程により、図1（C）のように有機絶縁層12上に第2導体層13が形成されることになる。以上の工法により第2導体層13のアスペクト比を0.3以上（さらに好ましくは0.4以上）にすることができる。

【0052】このようにして、図2の基板断面のように、有機絶縁基板本体10上に第1及び第2導体層11、13を積層形成した低損失で高密度実装に適した高周波用基板が得られる。

【0053】本実施の形態で述べたように、使用する基板本体10の材質は有機材であることが好ましい。高周波用基板として無機の硝子質の基板もあるが、特性は良好であるものの、割れやすく機械的強度に問題がある。

【0054】前記絶縁基板本体10及び層間絶縁膜となる有機絶縁層12の材質には浮遊容量を減少させるために誘電率の小さいものが好ましく、本実施の形態では比誘電率を5以下とした。また誘電損失を減らす為にQの大きいものが好ましい。具体的には絶縁基板本体10及び有機絶縁層12の比誘電率がそれぞれ5以下、とくに好ましくは3以下で、Qはそれぞれ100以上が好ましく、さらには200以上あることが望ましい。絶縁基板本体10及び有機絶縁層12の材料は使用周波数、目標のQ値、コストを考慮して例えば以下の表1より選択すればよい。この中でも、ビニルベンジルは誘電率、Q、量産性、コストのバランスが良く、好ましい材料である。

【0055】

(6)

9 品 種 名	比誘電率	10 Q
フッ素樹脂	2.1	10000
ポリエチレン	2.2	5000
PPO	2.5	1200
ビニルベンジル	2.5	260
シアネートエステル	2.7	1000
ポリエーテルイミド	3	670
ポリイミド	3.6	200
エポキシ	4.3	70
BTレジン	2.5	500
ポリオレフィン	2.6	2000
ポリフマレート	2.6	250
ポリアリレート	2.6	220

【0056】前記有機絶縁基板本体10及び有機絶縁層12には、機械的強度の向上の為に芯材を用いることが出来る。芯材には以下の表2のようにDガラスクロス、Eガラスクロス、ケブラークロス等を用いることが出来る。一般的に誘電率の低く、低損失の材料ほど高価であるが、コストの許す限り、誘電率の低い材料を使用することが好ましい。

【0057】表2

クロス品種	比誘電率
Dガラスクロス	7.2
Eガラスクロス	4.7
ケブラークロス	2.5

【0058】第1及び第2導体層11、13の材質は比抵抗が低く、加工性及び形成性が良好であり、しかも安価であることが好ましい。材料の候補として、銀、銅、アルミ、金等が挙げられるが、上記の3点を考慮すると銅が最も好ましい。

【0059】配線パターン（コイル導体パターンのときもある）となる第1及び第2導体層11、13はできるだけハイアスペクトであることが好ましい。こうすることによって基板の床面積を増やすことなく、高周波での電流路の断面積を増加させることが出来る。高周波領域では電流は表皮効果の為に導体の表面のみを流れ、その厚さは銅のとき例えば1GHzでは約2 $\mu$ mにすぎない。電流路の断面積を増加させ導体損失を減らそうとすると、配線としての導体層の導体幅を増やすか、導体層の高さを増やすかになるが、前者の方法では基板の床面積が大きくなる。またヘリカルコイルを基板内部に形成する場合等、隣り合う層の導体が平行に走っているときは2導体の隣接する面はシールド効果により電流量が減少する傾向がある。後者の方法によると基板の床面積を増やすことなく導体損失を減じることが出来る。

【0060】これらの点を考慮すると、導体層のアスペクト比は0.3以上は必要であり、好ましくは0.4以上、更に好ましくは0.6以上であるといよい。

【0061】なお、基板に形成する配線パターンのすべ

てがハイアスペクトである必要は無く、パターンの高密度部、ヘリカルコイル部等、最も効果の期待される部位に限定しても良い。

【0062】導体層11、13の構成方法は図3で説明したパターンめっき法で銅を形成するのが好ましい。現在多用されているサブトラクティブ法では等方的な化学エッチングを利用しており、ハイアスペクトパターンを形成するのは難しい。また積層法は高温で焼成する導体表面に絶縁体との融合層が形成されており表面抵抗が増大し、表面のみに電流の流れる高周波領域では損失が増大する傾向があるが、めっき法は低温プロセスなのでこの心配がない。

【0063】また、前記パターンめっき法によると、導体層の3面が滑らかになり好ましい。ここで電解めっきを光沢めっきにすると、表面の凹凸がさらに減少してさらに好ましい。また導体層11、13をハイアスペクトに形成する場合、前記のサブトラクティブ工法では導体層のアスペクト比は最大0.2程度が限度であるが、本工法ではアスペクト比0.3以上とすることができ、例えばアスペクト比1程度の導体層が容易に形成可能となる。

【0064】さらに、前記めっき用下地層導体層形成に無電界めっき工法を採用し、全面のエッチングをウエット法で行うと量産性が高くなり、好ましい。

【0065】なお、前記めっき用下地導体層の形成は、スパッタリング、蒸着、イオンプレーティング等の薄膜ドライ工法、無電解めっき等の湿式工法があげられる。このなかでも無電解めっき工法は量産性に優れ好ましい。この無電解めっきの場合は、下地表面を粗化する必要があるが、本例では下地が樹脂であるので、研磨等の物理的手法もしくは、過マンガン酸カリウム等による化学的手法で容易に粗化でき好ましい。

【0066】前記全面のエッチングはドライエッチング、ウエットエッチングの両方が可能であるが、後者は量産性に優れ好ましい。

【0067】導体層11、13表面の凹凸は使用周波数範囲の上限でのスキンドープより小さいことが最も好ま

(7)

11

しいが、これを越える値になっても、凹凸を小さくすることにより実効抵抗は減少し、低損失となる。とくに、導体層11、13の少なくとも一面の凹凸が、使用周波数(例えば1GHz)のスキンドプスの3倍以下であることが望ましく、セラミック積層工法との対比を考えると表面の凹凸は5 $\mu$ m以下であることがとくに好ましい。また、導体層表面は4面の全てが滑らかであることが最も好ましいが、すくなくとも1面の全てが滑らかであれば損失低減に有効である。

【0068】さらに、前記パターンめっき法の場合の製10 法上の利点等について述べると、図3の第1工程におけるめっき用下地導体層21が基板本体10の全面にあるので第4工程の電解めっき時に大きな電流を流すことが出来めっき時間を短縮出来る。これは特に主導体層24の高さを高くしてハイアスペクト形状にする場合に有効である。すなわち、主導体層24が厚い場合、めっき電流が小さいとめっき作業時間が大幅に増加して量産性の悪化を招く。

【0069】なお、最初めっき下地導体層をパターン20 ングして、電解めっきで厚付けする方法もあるが、この方法では一般的にめっき線の抵抗が大きくなるのでめっき時の電流を上げることが出来ず、またパターンの凸部は電解が集中してめっきが厚くなり、また凹部はその反対に薄くなり、パターンング精度が悪化する。特にスパイラルパターンのように導体の長さが大きい場合は著しい。また、島状のパターンが形成できないので、端子電極の構成時等に不具合が発生する場合もある。

【0070】第2工程及び第3工程において、パターンめっき用のめっきパターン形成に感光性レジストを使用すると、高精度のパターンングが出来て好ましい。また30 レジストを厚くすれば、容易にハイアスペクトパターンを形成する事が出来る。レジストが厚い場合は平行光線を照射できる平行露光機を用いると樹脂の壁面が垂直に加工され好ましい。

【0071】図3で述べたように、感光性レジストにドライフィルム32を用いるとハイアスペクトパターンが容易に出来るので好ましい。

【0072】例えば、スピンコート法で液状レジストを用いてレジスト層を形成する場合を考えると、厚塗りする場合はレジストの粘度を上げる必要があるが、この場合40 基板周辺のレジストが厚くなり膜厚の精度が出ない。また溶剤の乾燥も困難である。ドライフィルムの場合は膜厚は最初から保証されており、また溶剤乾燥の必要もない利点がある。

【0073】なお、ハイアスペクトパターンを形成する場合、パネルめっき後レジストパターンを形成して、ドライエッチングする方法も考えられる。この場合は高精度にハイアスペクトパターンが形成可能ではあるが、エッチングのスピードが遅く、工業的に生産可能な膜厚の50 上限は10 $\mu$ m程度であり、またそれ以下の膜厚の場合

12

でも量産性は犠牲になる。

【0074】前記めっき下地導体層21の厚さの上限は、第6工程でのエッチングのされやすさによって決まる。主導体層24と下地導体層21の選択エッチングが不可能な場合には下地導体層21の厚さは主導体層24の厚さの1/5が上限である。厚さがこれを越えると、主導体層24のエッチング量が増えて高周波用基板としての損失が増大し、また主導体層24のパターン精度も落ちる。

10 【0075】主導体層24と下地導体層21選択エッチング可能な場合はこれより厚くてもかまわないが、あまり厚いと下地導体層21のサイドエッチングが大きくなるので、1/3が上限である。

【0076】第4工程の電解めっき法は膜形成速度が早く、またスケールアップが容易であるので好ましい製造手段である。特にハイアスペクト導体を形成する場合は主導体層24の厚さが場合によっては100 $\mu$ mを越えるので量産性を確保するのに極めて重要な工法になる。また光沢めっきを用いると主導体層24の3面の凹凸が20 小さくなり好ましい。金属の種類も銅、銀等比抵抗の低いものがめっき可能である。この中でも銅は安価であり、比抵抗も低く、また銀に比べてマイグレーションも起こしにくいので要求特性のバランスがとれており、好ましい。

【0077】第6工程でのめっき用下地導体層21エッチングはドライエッチング又はウエットエッチングのどちらでも可能である。しかし、量産性を考慮すると本実施の形態で述べたようにウエットエッチングが好まし30 い。ウエットエッチングは量産性が良好であり、またスケールアップも容易である。

【0078】また、めっき用下地導体層21に主導体層24と選択エッチング可能な金属を使用することも好ましい。こうすれば第6工程中での主導体層24の細りを防止する事が出来る。組み合わせの例として下地導体層がチタン、クロムであり、主導体層が銅である場合が挙げられる。

【0079】第8工程でのビアホール22の加工には層間絶縁層としての有機絶縁層12に感光性のある場合はフォトリソグラフィ技術で形成し、そうでない場合は40 レーザー加工法が好ましく用いられる。フォトリソグラフィ法の場合一度に多くの穴を開けることが可能であるので、穴数の多い場合に好ましい。また穴開けの精度はフォトマスクの精度でほとんど決まるので高い。レーザー加工法で穴開けをするメリットは樹脂の種類を選ばないことである。また樹脂に感光性を付与すると一般的にQ、誘電率等の特性値が低下し、また機械的強度も悪化する。レーザー加工法の場合は自由に樹脂を選択できるので、特性の良好な有機絶縁層を使用することが可能である。

50 【0080】この第1の実施の形態によれば、次の通り

(8)

13

の効果を得ることができる。

【0081】(1) 比誘電率が5以下でQ値が100以上の有機基板本体10の少なくとも片面に、膜厚が15 $\mu$ m以上でアスペクト比が0.3以上の導体パターンを有する導体層を形成したので、従来の基板に比較して高周波においても低損失である。

【0082】(2) 低誘電率基板で導体パターンのアスペクト比も高くできるので、高周波の電流路の断面積を確保しつつ導体パターンの幅を細くでき、また浮遊容量の発生も少なくでき、高密度化が可能で床面積を小さくでき、高周波モジュール部品の基板等に好適に使用可能である。

【0083】図4は本発明の第2の実施の形態であって、第1の実施の形態に示したような導体層11、13を基板本体10に設けた構造体40を接着層41を介して複数積層一体化してなる高周波用基板を示す。この場合、接着層41としてプリプレグを用いて熱圧着する構成が好ましい。前記接着層41がプリプレグであるとき、該プリプレグの母材の比誘電率が5以下、Qが100以上であることが低損失化を図る上で望ましい。なお、その他の構成は前述の第1の実施の形態と同様であり、第1の実施の形態と同一又は相当部分に同一符号を付して説明を省略する。

【0084】この第2の実施の形態によれば、導体層を基板本体に設けた構造体40を複数枚積層することで、複雑もしくは多様な回路にも対応可能な高周波用基板を実現できる。

【0085】

【実施例】以下、本発明に係る高周波用基板を実施例で詳述する。

【0086】実施例1

本発明の高周波用基板の特長であるエネルギー損失低減効果を検証する為に図1のようなコイルを作成した。基板本体は芯材としてガラスクロスを用い、これにビニルベンジルを含浸した0.3mm厚のものをを用いている。基板本体の比誘電率は3.5、Q値は230である。この上に幅80 $\mu$ mで厚さ70 $\mu$ mのコイルパターンを銅めっきで形成した。パターン形状はヘリカル巻きであり、巻き数は1.5ターンである。層間絶縁層には感光性エポキシ樹脂を用いており、導体層間の厚さは30 $\mu$ mである。この樹脂の比誘電率は3.6、Q値は50である。ビアホールは直径100 $\mu$ mのフォトビアである。コイル全体の外形寸法は1.6 $\times$ 0.8mmであり、このときのインダクタンス値は3nHであり、Q値の周波数特性は図5に示す。1GHzでのQ値は100と良好な値を示す。またインダクタンスの周波数依存性は小さい。

【0087】比較例1

積層工法で実施例1と類似のコイルを作成した。導体の材料は銀を使用し、導体のサイズは幅90 $\mu$ m、高さ15 $\mu$ mであり、パターン形状はヘリカル巻きであり、巻

14

き数は1.5ターンである。コイル全体の外形寸法は1.6 $\times$ 0.8mmである。このときのインダクタンス値は3nHであり、Q値の周波数特性は図5示す。1GHzでのQ値は50と大幅に減少する。

【0088】比較例2

実施例1において基板をガラスエポキシ基板(FR4グレート)に置き換えた。その他は全く同じである。この時の1GHzでのQ値は70と実施例1と比較して30%減少する。

【0089】実施例2

実施例1に於いて層間絶縁樹脂をビニルベンジルに変更した。ビアホールはレーザー法で形成した。使用したレーザーはYAGの3次高調波を用いたものである。ビアホールの直径は50 $\mu$ mである。この時の1GHzでのQ値は120であり、実施例1と比較して約2割上昇した。

【0090】なお、実施例には基板にヘリカルコイルを形成した場合を述べたが通常の配線パターンにおいても直線の単独ラインをインダクタと見なす事が出来るので同様の効果(高Q、低損失化)が得られる。

【0091】以上本発明の実施の形態について説明してきたが、本発明はこれに限定されることなく請求項の記載の範囲内において各種の変形、変更が可能なことは当業者には自明であろう。

【0092】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、低損失化、高密度化を図ることができ、高周波モジュール部品の基板等に適した高周波用基板を実現できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施の形態による高周波用基板の導体層及び層間有機絶縁層を示す平面図である。

【図2】第1の実施の形態による高周波用基板であって図1のII-II断面図である。

【図3】第1の実施の形態による高周波用基板の製造工程を示す工程図である。

【図4】本発明の第2の実施の形態を示す断面図である。

【図5】実施例及び比較例の場合のコイルのQ値を示す特性図である。

【符号の説明】

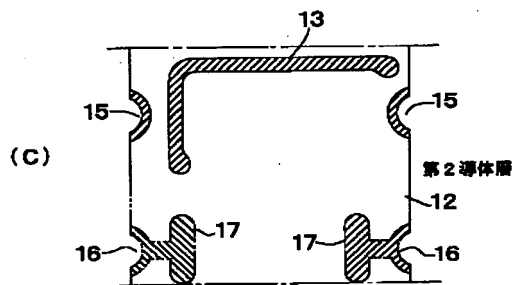
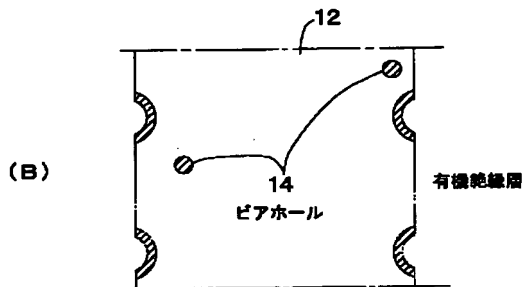
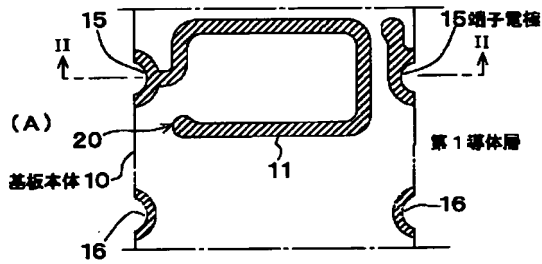
- 10 有機絶縁基板本体
- 11, 13 導体層
- 12 有機絶縁層
- 14 ビアホール
- 15, 16 端子電極
- 17 導体ランド
- 21, 31 下地導体層
- 22, 32 ドライフィルム
- 23, 33 溝部
- 24, 34 主導体層



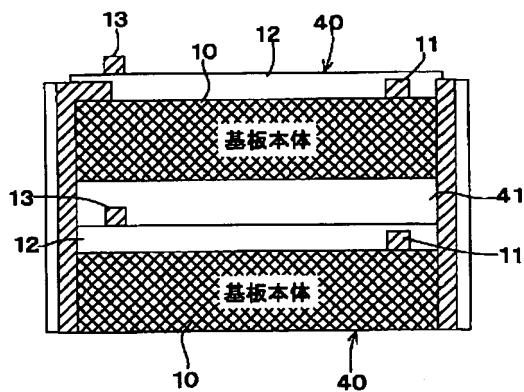
40 構造体

15

【図1】



【図4】

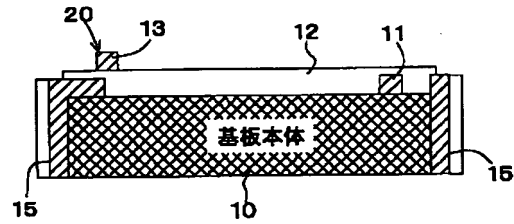


(9)

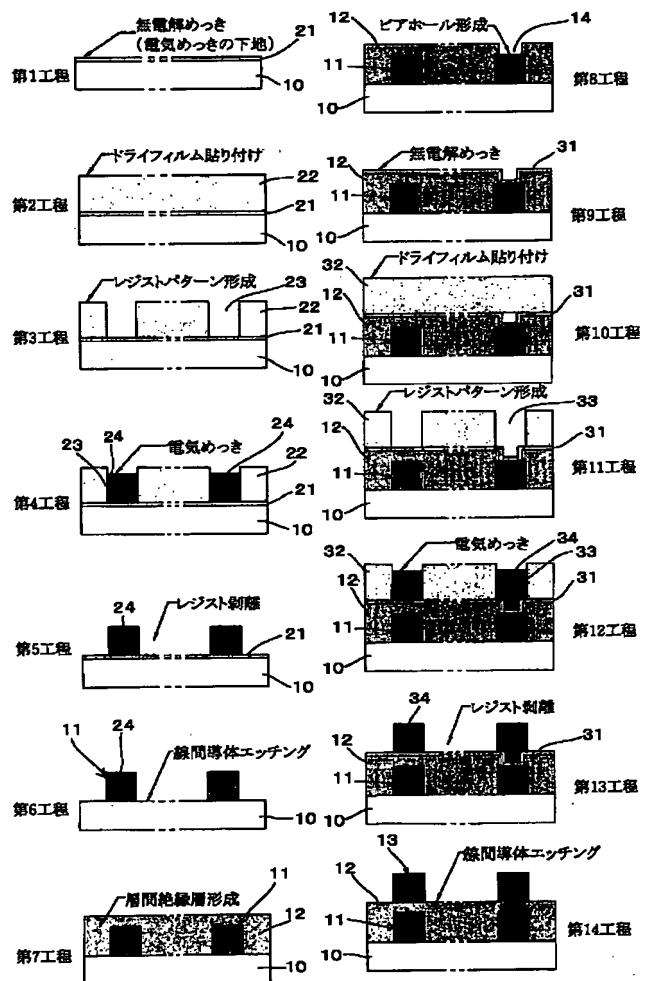
41 接着層

16

【図2】

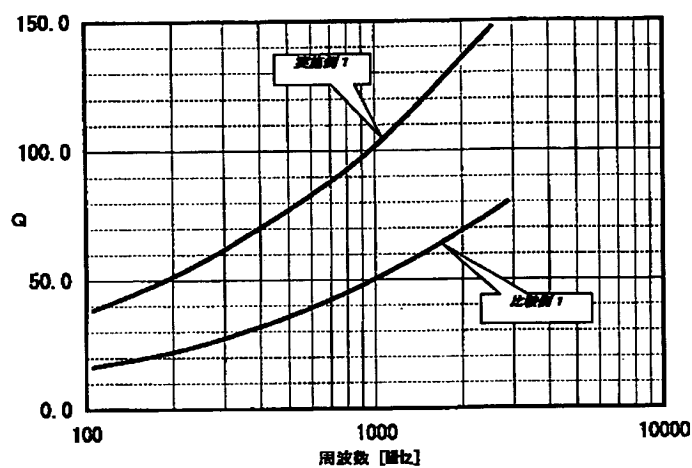


【図3】



(10)

【図5】



フロントページの続き

(51) Int. Cl. 7

H 0 5 K 3/18  
3/46

識別記号

F I

H 0 5 K 3/46

テ-マ-コ-ド (参考)

N  
X  
S  
T  
Q  
D

H 0 1 F 15/00

Fターム (参考) 5E062 DD04

5E070 AA01 AA05 AB01 AB02 AB06  
BA01 CB13 CB17 CB20  
5E343 AA07 AA15 AA16 BB14 BB24  
BB35 DD23 DD24 DD25 DD33  
DD43 ER16 ER18 ER26 GG13  
5E346 AA13 CC08 CC21 CC32 CC54  
DD25 EE33 FF22 FF45 GG15  
HH02 HH25